فصلنامه علمی – پژوهشی تحقیقات علوم چوب و کاغذ ایران
جلد ۳۳، شماره ۱، صفحه ۷۵- ۶۳ (۱۳۹۷)
شناسه دیجیتال (DOI): 10.22092/ijwpr.2018.120845.1463

بررسی امکان ساخت تخته خرده‌چوب از ساقه شاهدانه

مسعود رضا حبیبی
– استادیار پژوهش، بخش تحقیقات علوم چوب و فراورده‌های آن، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران، پست الکترونیک: masoudrezahabibi@yahoo.com

تاریخ دریافت: اسفند ۱۳۹۶ تاریخ پذیرش: فروردین۱۳۹۷

چکیده

هدف از این تحقیق، کاربرد ساقه شاهدانه در تولید تخته خرده‌چوب بوده است. از این‌رو از ساقه شاهدانه و چوب اکالیپتوس با نسبت‌های متفاوت شامل ۱۰۰٪ و ۰ ٪، ۵۰٪، ۵۰٪ و ۰ ٪ و ۱۰۰٪ با استفاده از مقدار مصرف چسب ۸ و ۱۰ درصد (بر مبنای وزن خشک خرده‌چوب) و دو زمان پرس ۳ و ۴ دقیقه، اقدام به ساخت تخته خرده‌چوب گردید. ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی تخته‌ها شامل جذب آب و واکشیدگی ضخامت پس از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب، مقاومت چسبندگی داخلی تخته‌ها، مقاومت خمشی و مدول‌الاستیسیته طبق استاندارد EN اندازه‌گیری و کلیه داده‌ها مورد تجزیه‌وتحلیل آماری قرار گرفتند. نتایج نشان داد که افزایش ذرات ساقه شاهدانه منجر به بهبود ویژگی‌های خمشی (مدول‌الاستیسیته و مقاومت خمشی) تخته خرده‌چوب گردید. همچنین افزایش ذرات ساقه شاهدانه منجر به تضعیف مقاومت چسبندگی داخلی و خواص فیزیکی تخته خرده‌چوب (واکشیدگی ضخامت) پس از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب شد. با افزایش زمان پرس، مدول‌الاستیسیته و واکشیدگی ضخامت پس از ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب تخته خرده‌چوب بهبود یافت. با مقایسه خواص مکانیکی تخته‌های تولید شده با استاندارد ایران، مشخص گردید که با استفاده از ساقه شاهدانه به‌طور خالص و یا مخلوط و زمان پرس ۳ دقیقه و مقدار مصرف چسب ۸ درصد، می‌توان تخته‌های با ویژگی مکانیکی استاندارد تولید کرد، اگرچه ویژگی‌های فیزیکی تخته‌ها مقادیر استاندارد را تأمین نکرد، که علت این امر می‌تواند ناشی از عدم استفاده از عوامل محدودکننده جذب آب (پارافین) باشد.

واژه‌های کلیدی: ساقه شاهدانه، اکالیپتوس، تخته خرده‌چوب، مقاومت خمشی، چسبندگی داخلی

مقدمه

ایران کشوری است که تنها ۷/۵ درصد از آن پوشیده از جنگل می‌باشد و بدین سبب در زمره کشورهای با پوشش جنگلی کم قرار دارد. از سویی با توجه به عوامل روزافزون تخریب منابع طبیعی، از سال ۱۳۷۳ برداشت چوب از جنگل های شمال سیر نزولی داشته، درحالی‌که توسعه صنایع چوبی کشور بدون توجه به این مسئله روند افزایشی از خود نشان داده است. آمارها حکایت از این دارد که در سال ۱۳۹۵، میزان کمبود چوب برای صنایع چوب و کاغذ کشور حدود ۱ میلیون مترمکعب بوده است و در صورت راه‌اندازی واحدهای در دست احداث، مقدار کمبود چوب در حدود ۶ میلیون مترمکعب خواهد بود (Shamsi & Vatani, 2016). اما این کمبود منابع چوبی از یکسو و تقاضاهای رو به افزایش محصولات صنایع چوب و کاغذ از سویی دیگر

Archive of SID
www.SID.ir

نیازمند توجه جدی به این صنایع و استفاده بهینه از منابع چوبی و غیرچوبی و تأمین تقاضاهای روزافزون این صنایع است. امروزه صنایع چوب و کاغذ کشورمان با کمبود ماده اولیه چوبی روبه رو هستند که رفع این مشکل نیازمند بهره‌گیری از روش‌های جایگزین برای جبران است. یکی از این روش‌ها استفاده از منابع لیگنوسلولزی غیرچوبی است. یکی از این منابع لیگنوسلولزی غیرچوبی، ساقه گیاه شاهدانه می‌باشد. گیاه شاهدانه (*Cannabiss Sativa*) ازجمله گیاهان یکساله است که ساقه‌ای توخالی دارد و الیاف آن در دو قسمت پوست (۳۵٪) و مغز (۵۵٪) قرار دارند. ارتفاع ساقه در شرایط مناسب به حدود ۵ متر می‌رسد. این گیاه از نظر آفات و آسیب پذیری محیطی در زمره گیاهان مقاوم می باشد و در کشورهای همسایه ایران به‌طور صنعتی کشت می‌شود. در آلمان مقدار ماده خشک تولید شده در هکتار این گیاه حدود ۱۰ تن گزارش شده است (Habibi *et al.*, 2012). این گیاه با شرایط آب و هوایی مختلف سازگار بوده و می‌توان از آن برای ساخت فراورده‌های مرکب چوبی استفاده کرد (Mirski *et al.*, 2017).

ازآنجایی‌که صنعت تخته خرده‌چوب قادر است طیف وسیعی از مواد لیگنوسلولزی چوبی و غیرچوبی را مورد استفاده قرار دهد، استفاده از مواد لیگنوسلولزی مختلف، تأثیر بسزایی بر ویژگی‌های محصول خواهد داشت (Maloney, 1993; Suchland & Xu, 1989; Dosthosseini, 2000; Habibi *et al.*, 2011)، از این‌رو تحقیقات گسترده‌ای در این صنعت با هدف شناسایی، معرفی و جایگزینی منابع لیگنوسلولزی حاصل از فعالیت‌های کشاورزی با مواد چوبی جنگلی مورد مصرف این صنعت انجام شده است (Guntekin *et al.*, 2008). در ذیل به برخی از آنها اشاره می‌شود.

Dorota Dziurka و همکاران (۲۰۰۵) با استفاده از پسماند کلزا و چهار نوع رزین UF, PF, MUPF, PMDI نسبت به ساخت تخته خرده چوب اقدام کردند. میزان مصرف هریک از چسب‌های فوق متغیر بود. به‌عنوان مثال میزان مصرف چسب اوره فرمآلدئید عبارت از ۸، ۱۰، ۱۲ و ۱۴ درصد بود و تخته‌های ساخته شده با مقدار مصرف ۱۴ درصد توانستند از ویژگی های استاندارد برخوردار باشند. آنان همچنین عنوان کردند که به‌طورکلی افزایش مصرف رزین سبب بهبود خواص فیزیکی و مکانیکی تخته شده است. Kalaycioglu و Nemil (۲۰۰۶) ساقه کنف را به‌عنوان ماده اولیه برای ساخت تخته خرده‌چوب با در نظر گرفتن عوامل متغیر فرایند شامل دمای پرس، زمان پرس، فشار و دانسیته مورد بررسی قرار دادند. نتایج آنان نشان داد که عوامل متغیر مذکور به‌غیراز فشار اثر مثبتی بر خواص فیزیکی و مکانیکی تخته خرده‌چوب داشته است.

Guler و همکاران (۲۰۰۶) با استفاده از ساقه گیاه آفتابگردان و چوب کاج تخته خرده‌چوب ساختند. تخته‌های ساخته شده با نسبت مساوی از دو ماده فوق، دارای بهترین خواص فیزیکی و مکانیکی بودند.

در تحقیقی دیگر که توسط Dorota Dziurka و همکاران (۲۰۱۰) انجام شد، با استفاده از پسماند کلزا و خرده‌چوبهای کاج نسبت به ساخت تخته خرده‌چوب سه لایه اقدام گردید. از پسماند کلزا در لایه میانی تخته استفاده شد. میزان مصرف پسماند کلزا در لایه میانی به‌ترتیب عبارت از ۰، ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد بود. به‌طورکلی اثر مصرف کلزا بر خواص خمشی تخته‌ها معنی داری نبود و با افزایش مصرف کلزا، مقاومت چسبندگی داخلی تخته‌ها کاهش یافت. Nikvash و همکاران (۲۰۱۰) ویژگی های تخته های ساخته شده از مواد لیگنوسلولزی غیرچوبی باگاس، ساقه کلزا و ساقه شاهدانه را با یکدیگر مقایسه کردند. تخته خرده‌چوب‌ها با استفاده از خرده‌چوبهای صنعتی و هریک از مواد لیگنوسلولزی غیرچوبی به طور جداگانه ساخته شدند. همچنین مواد لیگنوسلولزی غیرچوبی در لایه میانی تخته ها به‌کار رفتند. میزان مصرف مواد لیگنوسلولزی به‌ترتیب ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۵۰ و ۱۰۰ درصد بود. به‌طورکلی ویژگی‌های تخته‌های ساخته شده از ساقه شاهدانه برتر از دو نوع ماده دیگر بود. همچنین افزایش مصرف مواد مذکور در لایه میانی تخته تأثیر قابل ملاحظه‌ای بر خواص خمشی تخته‌ها نداشت. به‌طوری‌که با افزایش

Archive of SID

www.SID.ir

مصرف مواد فوق به ویژه برای ساقه کلزا، مقاومت چسبندگی داخلی و خواص جذب آب تخته‌ها تضعیف شد.

Li و همکاران (۲۰۱۰) با استفاده از کلش برنج و دو نوع چسب UF و MDI تخته خرده‌چوب ساختند. نتایج آنان نشان داد که ویژگی‌های مقاومتی تخته‌های ساخته شده با چسب UF نسبت به چسب MDI ضعیف‌تر و علت این امر را قابلیت چسبندگی کمتر کلش برنج با چسب UF عنوان کردند. همچنین آنان عنوان کردند که ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی تخته‌ها متأثر از اندازه ذرات کلش برنج بوده است. به‌نحوی‌که با افزایش مصرف چسب نیز خواص تخته‌ها بهبود یافت.

Habibi و همکاران (۲۰۱۱) تأثیر درصد اختلاط گونه چوبی (اکالیپتوس و صنوبر) را بر خواص فیزیکی و مکانیکی تخته خرده‌چوب بررسی کردند. نتایج تحقیق آنان نشان داد که با افزایش مصرف چوب صنوبر، ویژگی‌های خمشی و جذب آب تخته‌ها افزایش یافت، اما تأثیری بر مقاومت چسبندگی داخلی تخته‌ها نداشت. محققان مذکور (۲۰۱۲) با استفاده از چوب تنه سمر، چوب شاخه سمر و مخلوط این دو نسبت به ساخت تخته خرده‌چوب در دو مقدار مصرف چسب ۱۰ و ۱۲ درصد اقدام کردند. حداکثر مقاومت خمشی مربوط به تخته‌های ساخته شده از شاخه سمر و حداکثر مقاومت چسبندگی داخلی مربوط به تخته‌های ساخته شده از مخلوط این دو ماده لیگنوسلولزی بود. افزایش مصرف چسب نیز سبب بهبود کلیه خواص تخته‌ها شد.

Rassam و همکاران (۲۰۱۴) با استفاده از خرده‌های ساقه ذرت و خرده‌چوب صنعتی، تخته خرده‌چوب ساختند. نتایج این پژوهش نشان داد که افزایش زمان پرس سبب بهبود خواص فیزیکی و مکانیکی محصول شده است، همچنین با افزایش مصرف خرده‌های حاصل از ساقه ذرت، ویژگی‌های خمشی و مقاومت چسبندگی داخلی به‌ترتیب افزایش و کاهش یافت. افزایش مصرف چسب نیز سبب بهبود کلیه خواص تخته‌ها گردید.

Habibi و Mahdavi (۲۰۱۶) با استفاده از پسماند کلزا و چوب اکالیپتوس نسبت به ساخت تخته خرده‌چوب اقدام کردند. نتایج این تحقیق نشان داد که حداکثر مقاومت خمشی و مقاومت چسبندگی داخلی تخته خرده‌چوب به‌ترتیب مربوط به تخته‌های ساخته شده از ۱۰۰ درصد پسماند کلزا و ۱۰۰ درصد خرده‌چوب اکالیپتوس بود. همچنین با افزایش مقدار مصرف پسماند کلزا، مقدار واکشیدگی ضخامت تخته‌ها افزایش یافت. افزایش مصرف چسب نیز سبب بهبود ویژگی‌های مکانیکی و فیزیکی تخته‌ها شد.

با توجه به اینکه بذرهای اصلاح شده گیاه شاهدانه توسط مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، برای اولین بار از آلمان به کشور وارد شده و در مجتمع تحقیقاتی البرز نسبت به کشت آن، برای بررسی‌های بیشتر اقدام شده است و تاکنون در کشور از این ماده لیگنوسلولزی برای ساخت فراورده‌های مرکب چوبی استفاده نشده است، از این‌رو هدف از این پژوهش، امکان استفاده از ساقه شاهدانه در تولید تخته خرده‌چوب (به‌صورت خالص و یا مخلوط) بوده است. همچنین ارائه بهترین شرایط ساخت از ساقه شاهدانه و یک گونه چوبی (در این تحقیق چوب اکالیپتوس در نظر گرفته‌شده است) برای تولید تخته خرده‌چوب با خواص مطلوب و در حد استاندارد، از دیگر اهداف این تحقیق بوده است.

مواد و روش‌ها

ساقه شاهدانه مورد استفاده در این تحقیق از مجتمع تحقیقاتی البرز تهیه گردید. همچنین از چوب اکالیپتوس ۴ ساله (*E. camadulensis*) برای ترکیب با ساقه شاهدانه استفاده شد. ابتدا ساقه‌های شاهدانه و چوب اکالیپتوس به آزمایشگاه فراورده‌های مرکب بخش تحقیقات علوم چوب و کاغذ منتقل شده و بعد دانسیته خشک آنها تعیین گردید و همچنین میانگین دانسیته مخلوط ماده لیگنوسلولزی بر اساس میزان مصرف هریک از آنها تعیین گردید. سپس نمونه‌های مذکور (ساقه شاهدانه و چوب اکالیپتوس به‌طور جداگانه) توسط یک خردکن غلطکی از نوع Pallmann X 430-120PHT به‌طور جداگانه به قطعات کوچک‌تر تبدیل و سرانجام با استفاده از یک پوشال‌کن حلقوی آزمایشگاهی از

Archive of SID

www.SID.ir

نوع Pallmann PZ8 بـه خـرده‌چوبهـای قابـل اسـتفاده در ساخت تختـه خـرده‌چـوب تبـدیل شـدند. پـس از حـذف خرده‌چوبهای بسیار ریز و بسیار درشت که مناسـب سـاخت تخته خرده‌چوب نبودند، رطوبت خرده‌چوب‌ها به‌وسیله یک خشک‌کن آزمایشگاهی به مقدار ۱ درصد کاهش داده شـد و در کیسه‌های پلاستیکی مقاوم بـه نفـوذ رطوبـت، نگهـداری شدند.

اندازه‌گیری ابعاد خرده‌چوب‌ها

برای اندازه‌گیری ابعاد خرده‌چوب‌ها (چوب اکـالیپتوس و ساقه شاهدانه) تعداد ۵۰ عدد خرده‌چوب به‌صورت تصـادفی انتخاب و طول، عرض و ضخامت آنها به‌وسـیله کـولیس بـا دقت ۰/۰۱ میلی‌متر اندازه‌گیری شد. سپس ضریب کشیدگی، ضریب پهنی و سطح ویژه آنها محاسبه گردید.

ساخت تخته خرده‌چوب

برای چسب‌زنی خرده‌چوب‌ها از یک دسـتگاه چسـب‌زن آزمایشگاهی استفاده شد و محلول چسب با استفاده از هـوای فشرده با خرده‌چوب‌ها کاملاً مخلوط گردید. به‌منظور تشـکیل کیک خرده‌چوب از قالب چوبی به ابعـاد ۴۰ × ۴۰ سـانتیمتر استفاده شد و خرده‌چوب‌های چسب‌زنی شـده کـه بـه‌وسـیله ترازوی آزمایشگاهی توزین شده بـود بـه‌صـورت لایـه‌هـای یکنواخت در داخل قالب پاشیده شدند. پس از تشکیل کیـک خرده‌چوب، با اسـتفاده از یـک پـرس آزمایشـگاهی از نـوع BURKLE L100 اقـدام بـه فشـردن کیـک خـرده‌چـوب و ساخت تخته‌های آزمایشگاهی گردید. در این تحقیق، عوامـل متغیر عبارت از درصد اختلاط ساقه‌هـای شـاهدانه و چـوب اکالیپتوس (۱۰۰، ۰)، (۵۰، ۵۰)، (۰، ۱۰۰)، مقدار چسب (۸ و ۱۰ درصد) و زمان پرس (۳ و ۴ دقیقـه) بودنـد و بـا در نظـر گـرفتن ۳ تکـرار بـرای هـر تیمـار، در مجمـوع ۳۶ تختـه آزمایشگاهی ساخته شد. درصد اختلاط و نام اختصاری مـاده اولیه در جدول ۱ ارائه شده است. بـرای سـاخت تختـه‌هـا از چسب اوره فرمآلدئید استفاده گردیـد. مشخصـات چسـب در جدول ۲ ارائه شده است. دما و فشـار پـرس بـه‌ترتیـب ۱۸۵ درجه سانتی‌گراد و ۳۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع تنظـیم شـد. دانسیته و ضخامت تخته‌ها نیـز بـه‌ترتیـب ۰/۷ g/cm3 و ۱۵ میلی‌متر بود. علائـم اختصـاری هریـک از متغیرهـای مـورد مطالعه در جدول ۲ ارائه شده است.

جدول ۱– مقدار مصرف مواد لیگنوسلولزی در ترکیب ماده اولیه و نام اختصاری آنها

نام اختصاری	مقدار مصرف (٪)	
	اکالیپتوس	ساقه شاهدانه
A	۰	۱۰۰
B	۵۰	۵۰
C	۱۰۰	۰

جدول ۲ – ویژگی‌های چسب مورد مصرف

pH	گرانروی (ثانیه)	زمان ژله‌ای شدن (ثانیه)	دانسیته (گرم بر سانتی‌متر مکعب)	فرمآلدئید آزاد (٪)	وضعیت ظاهری
۷/۵۷	۳۰	۵۸	۱/۲۳۵	حداکثر ۲	شیشه‌ای

Archive of SID
www.SID.ir

به‌منظور مشروط سازی و یکنواخت سازی رطوبت تخته‌ها و همچنین متعادل‌سازی تنش‌های داخلی، تخته‌های ساخته شده به مدت ۱۵ روز در شرایط کلیماتیزه (رطوبت ۶۵٪ و دما C ۲۰°) نگهداری گردیدند. نمونه‌های آزمونی مورد نیاز برای تعیین ویژگی‌های فیزیکی (واکشیدگی ضخامت پس از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب) و ویژگی‌های مکانیکی (مقاومت خمشی، مدول‌الاستیسیته و مقاومت چسبندگی داخلی) طبق استاندارد EN 326-1 تهیه گردید. ویژگی‌های خمشی (مقاومت خمشی و مدول‌الاستیسیته)، مقاومت چسبندگی داخلی و خواص جذب آب تخته‌ها به‌ترتیب بر اساس روش‌های استاندارد EN-310، EN-319 و EN-317 تعیین شدند.

تجزیه وتحلیل آماری

داده‌های این تحقیق با استفاده از آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با استفاده از نرم‌افزار SPSS تجزیه‌وتحلیل آماری شده و در صورت معنی‌دار شدن اختلاف بین میانگین‌ها، گروه‌بندی میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شده است.

نتایج

میانگین دانسیته هریک از ترکیب‌های مورد مطالعه و نسبت فشردگی آنها در جدول ۳ ارائه شده است. نسبت فشردگی ذرات حاصل از ساقه شاهدانه در مقایسه با خرده‌چوب اکالیپتوس ۷۵ درصد افزایش یافته است. نتایج به‌دست‌آمده از اندازه‌گیری ابعاد خرده‌چوبهای حاصل از چوب اکالیپتوس و ساقه شاهدانه در جدول ۴ قابل مشاهده است و همان‌طور که در این جدول مشاهده می‌شود ضریب کشیدگی، ضریب پهنی و سطح ویژه ذرات ساقه شاهدانه به‌ترتیب حدود ۱۱۷، ۱۶ و ۱۱۴ درصد بیشتر از خرده‌چوبهای حاصل از چوب اکالیپتوس می‌باشد. همچنین میانگین ویژگی‌های تخته خرده-چوب‌های ساخته شده در این تحقیق در جدول ۵ ارائه شده است.

جدول ۳– دانسیته و نسبت فشردگی مواد لیگنوسلولزی مورد مطالعه

ماده اولیه	دانسیته ماده اولیه (گرم بر سانتی‌متر مکعب)	نسبت فشردگی
A	۰/۴۴	۱/۵۹
B	۰/۶۱	۱/۱۵
C	۰/۷۷	۰/۹۱

جدول ۴– ابعاد و ضرایب مربوط به خرده‌چوب‌ها

ماده لیگنوسلولزی	میانگین ابعاد (میلی‌متر)			ضریب کشیدگی	ضریب پهنی	سطح ویژه (سانتیمتر مربع بر گرم)
	طول	عرض	ضخامت			
اکالیپتوس	۱۵/۰۵	۴/۳۲	۱/۱	۱۳/۰۹	۳/۷۶	۲/۳۶
شاهدانه	۲۱/۳۵	۳/۲۸	۰/۹	۲۸/۴۷	۴/۳۷	۵/۰۵

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۵ – ویژگی‌های تخته خرده‌چوبهای ساخته شده

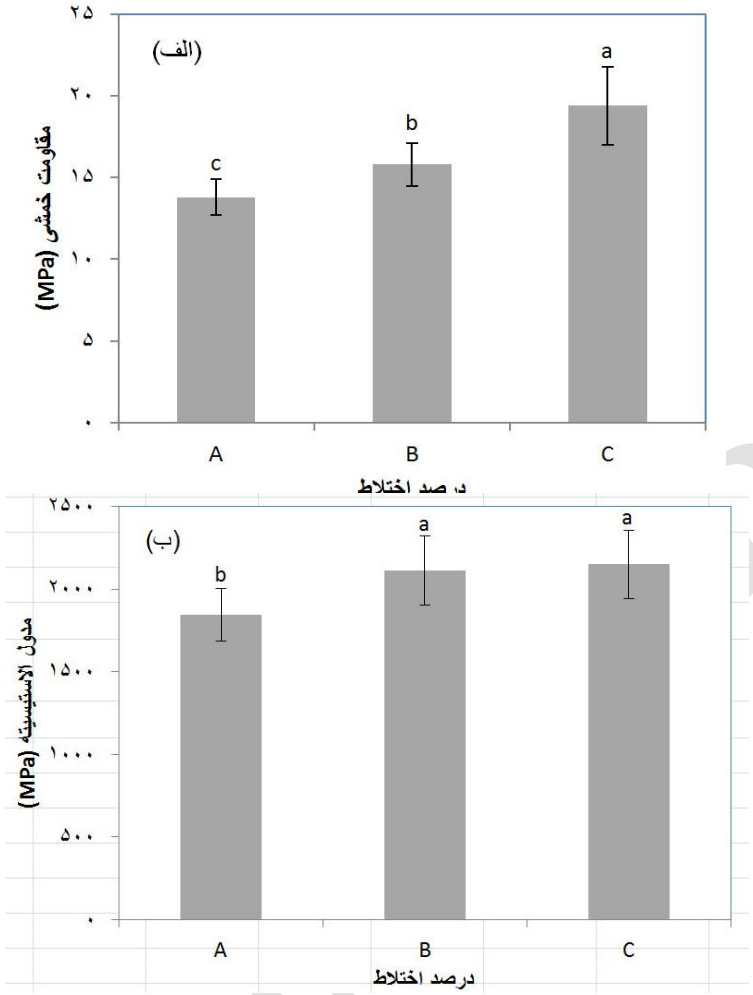
ماده اولیه	زمان پرس (min)	مقدار چسب (٪)	مدول‌الاستیسیته (MPa)	مقاومت خمشی (MPa)	مقاومت چسبندگی داخلی (MPa)	واکشیدگی ضخامت پس از ۲ ساعت (٪)	واکشیدگی ضخامت پس از ۲۴ ساعت (٪)
C	۳	۸	۱۷۰۷	۱۳/۵	۰/۸۲	۲۴/۷	۳۲/۹
		۱۰	۲۰۰۴	۱۳/۹	۰/۹۲	۱۳/۵	۲۵/۲
	۴	۸	۱۷۲۰	۱۳/۰	۰/۸	۲۳/۵	۳۱/۵
		۱۰	۱۹۵۰	۱۵/۰	۰/۹۵	۱۲/۸	۲۰/۶
B	۳	۸	۱۸۷۷	۱۵/۷	۰/۹۶	۲۵/۱	۳۴/۶
		۱۰	۲۲۷۷	۱۶/۶	۰/۹۶	۱۴/۹	۲۷/۴
	۴	۸	۲۰۴۲	۱۴/۷	۰/۸۵	۲۲/۶	۳۳/۰
		۱۰	۲۲۵۳	۱۶/۲	۱/۱	۱۳/۹	۲۵/۸
A	۳	۸	۱۹۰۱	۱۸/۵	۰/۴۵	۳۳/۵	۴۳/۱
		۱۰	۲۱۸۵	۱۸/۰	۰/۵۵	۲۲/۷	۳۲/۶
	۴	۸	۲۱۵۹	۱۹/۵	۰/۵۴	۳۳/۴	۴۳/۰
		۱۰	۲۳۵۴	۲۱/۵	۰/۶۵	۲۲/۶	۳۴/۵

تجزیه واریانس اثر ترکیب ماده اولیه بر ویژگی‌های خمشی (مقاومت‌خمشی و مدول‌الاستیسیته) تخته خرده‌چوب معنی‌دار است. شکل ۱ اثر ترکیب ماده اولیه بر ویژگی‌های فوق به همراه گروه‌بندی دانکن را نشان می‌دهد. حداقل ویژگی‌های فوق مربوط به تیمار تخته‌های ساخته شده از ۱۰۰ درصد چوب اکالیپتوس (۱۳/۸ مگاپاسکال و ۱۸۴۵ مگاپاسکال) و حداکثر آن مربوط به تیمار تخته‌های ساخته شده از ۱۰۰ درصد ساقه شاهدانه (۱۹/۴ مگاپاسکال و ۲۱۴۹ مگاپاسکال) است. افزایش و بهبود ویژگی فوق با توجه به ترکیب ماده اولیه برای مقاومت خمشی و مدول‌الاستیسیته به‌ترتیب حدود ۴۰ و ۱۷ درصد است. همچنین نتایج نشان‌دهنده معنی‌دار بودن اثر مقدار چسب و زمان پرس بر مدول‌الاستیسیته تخته خرده‌چوب است (شکل ۲). بهبود ویژگی‌ها با توجه به مقدار چسب و زمان پرس به‌ترتیب حدود ۱۴ و ۵ درصد است.

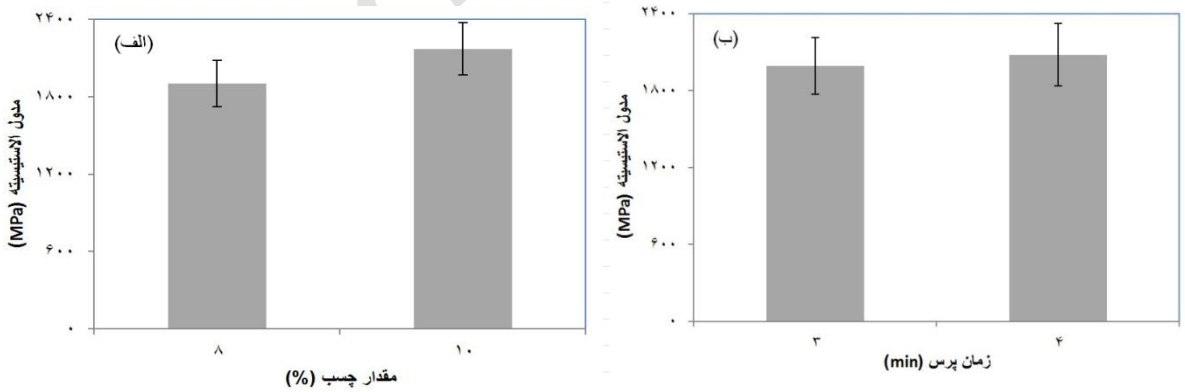
نتایج آنالیز واریانس نشان داد که اثر ترکیب ماده اولیه و مقدار چسب بر مقاومت چسبندگی داخلی تخته خرده‌چوب معنی‌دار است. حداقل چسبندگی داخلی با توجه به ترکیب ماده اولیه مربوط به تخته‌های ساخته شده از ۱۰۰ درصد ساقه شاهدانه (۰/۵۵ مگاپاسکال) و حداکثر آن مربوط به تخته‌های ساخته شده از مخلوط چوب اکالیپتوس و ساقه شاهدانه (۰/۹۶ مگاپاسکال) است. البته بین مقاومت چسبندگی داخلی تخته خرده‌چوب‌های ساخته شده از مخلوط چوب اکالیپتوس و ساقه شاهدانه با تخته خرده‌چوب‌های ساخته شده از ساقه شاهدانه با توجه به گروه‌بندی دانکن اختلاف معنی‌داری وجود ندارد. افزایش و بهبود ویژگی فوق با توجه به ترکیب ماده اولیه حدود ۷۵ درصد است (شکل ۳). نتایج حاصل از تأثیر مقدار مصرف چسب بر ویژگی فوق نشان‌دهنده بهبود مقاومت چسبندگی داخلی تخته خرده‌چوب در حدود ۱۵ درصد است (شکل ۳)

Archive of SID

www.SID.ir

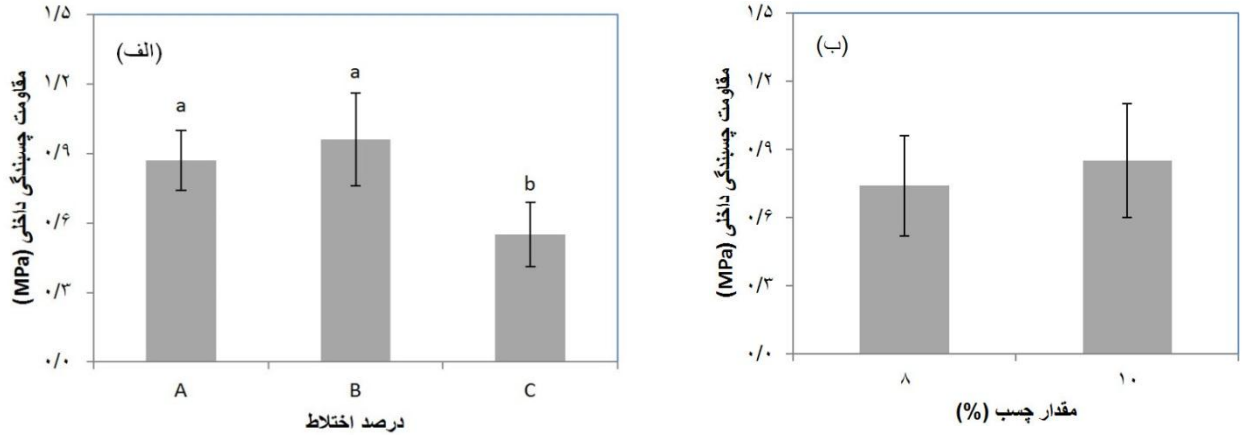


شکل ۱- اثر ترکیب ماده اولیه بر مقاومت خمشی (الف) و مدول‌الاستیسیته (ب) تخته خرده‌چوب

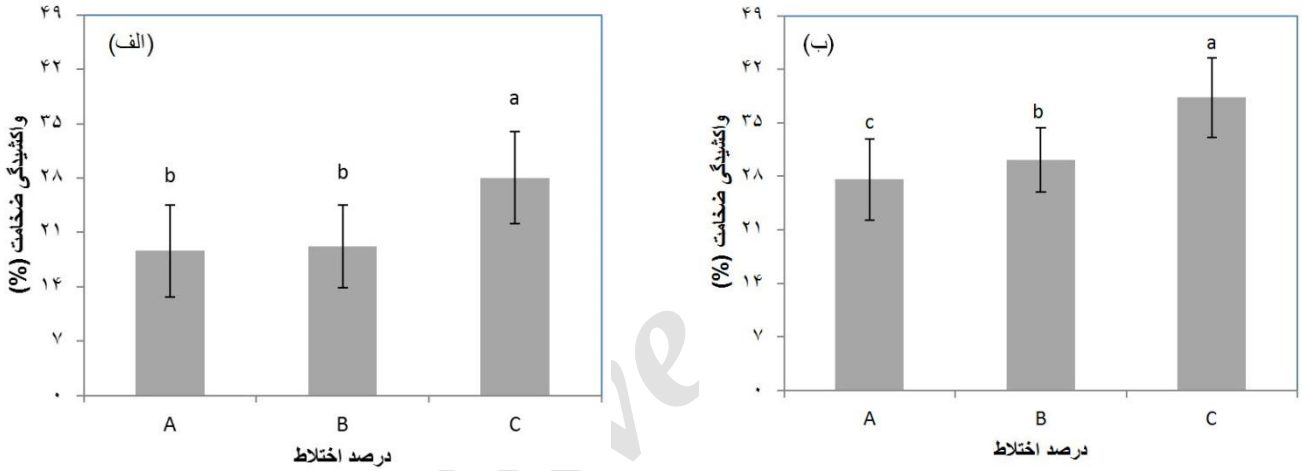


شکل ۲- اثر مقدار چسب (الف) و زمان پرس (ب) بر مدول‌الاستیسیته تخته خرده‌چوب

www.SID.ir



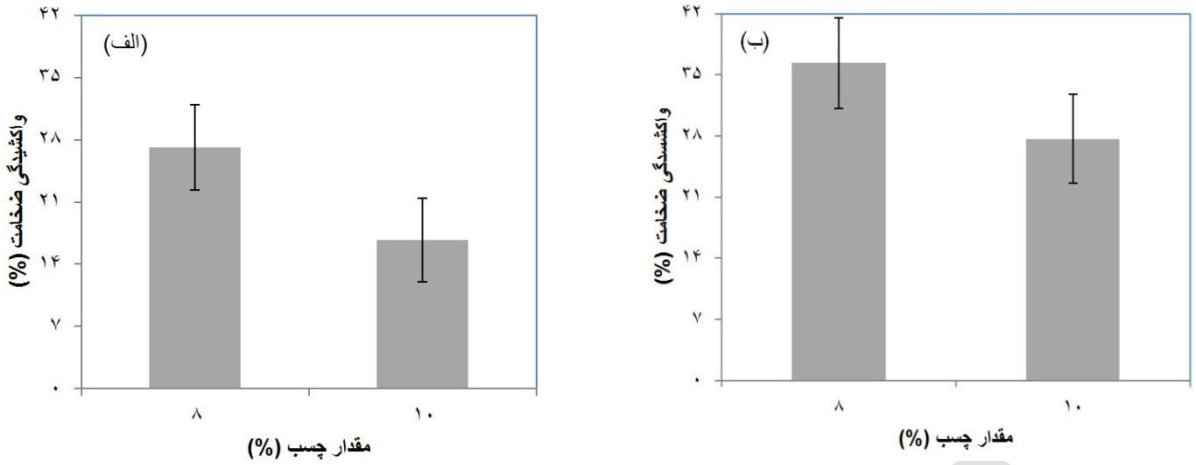
شکل ۳- اثر ترکیب ماده اولیه (الف) و مقدار چسب (ب) بر مقاومت چسبندگی داخلی تخته خرده‌چوب



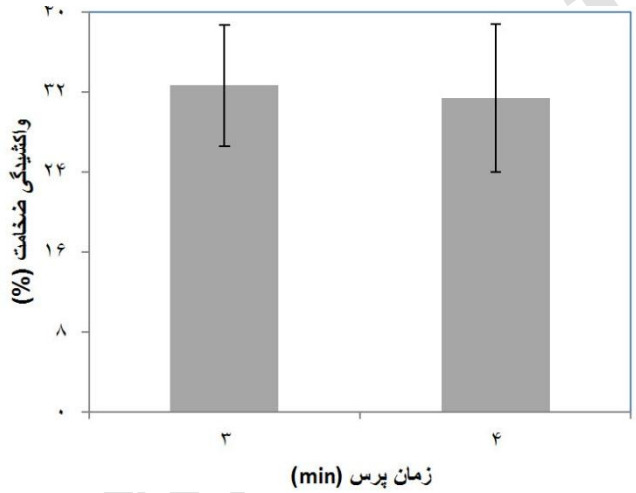
شکل ۴- اثر ترکیب ماده اولیه بر واکشیدگی ضخامت تخته خرده‌چوب پس از ۲ ساعت (الف) و پس از ۲۴ ساعت (ب)

نتایج آنالیز واریانس عوامل متغیر بر واکشیدگی ضخامت پس از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب نشان داد که اثر مستقل ترکیب ماده اولیه و مقدار چسب بر آنها معنی‌دار است. حداقل واکشیدگی ضخامت تخته‌ها پس از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب با توجه به ترکیب ماده اولیه مربوط به تخته‌های ساخته شده از ۱۰۰ درصد چوب اکالیپتوس و حداکثر آنها مربوط به تخته‌های ساخته شده از ۱۰۰ درصد ساقه شاهدانه است (شکل ۴). بهبود ویژگی‌های فوق با توجه به ترکیب ماده اولیه برای مقدار واکشیدگی ضخامت تخته خرده‌چوب پس از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب به ترتیب حدود ۳۳ و ۲۹ درصد است. همچنین مقدار بهبود ویژگی‌های فوق با توجه به مقدار مصرف چسب برای مقدار واکشیدگی ضخامت تخته خرده‌چوب پس از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب به‌ترتیب حدود ۳۷ و ۲۲ درصد است (شکل ۵). همچنین اثر مستقل زمان پرس بر مقدار واکشیدگی ضخامت پس از ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب معنی‌دار بوده و منجر به کاهش ۵ درصدی ویژگی مذکور گردیده است (شکل ۶).

Archive of SID
www.SID.ir



شکل ۵- اثر مقدار مصرف چسب بر واکشیدگی ضخامت تخته خرده‌چوب پس از ۲ ساعت (الف) و پس از ۲۴ ساعت (ب)



شکل ۶- اثر زمان پرس بر واکشیدگی ضخامت پس از ۲۴ ساعت

بحث

با بررسی نتایج حاصل از ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی تخته خرده‌چوب‌های ساخته شده از ساقه شاهدانه و چوب اکالیپتوس، حداکثر مقاومت خمشی و مدول‌الاستیسیته تخته خرده‌چوب با توجه به ترکیب ماده اولیه، مربوط به تیمار حاصل از ۱۰۰ درصد ساقه شاهدانه است. یکی از مهمترین عوامل مؤثر بر ویژگی‌های خمشی تخته خرده‌چوب، دانسیته ماده اولیه چوبی است. هر چقدر دانسیته ماده اولیه چوبی نسبت به دانسیته تخته کمتر باشد، ضریب فشردگی تخته افزایش می‌یابد و این امر سبب می‌گردد تا حجم بیشتری از ماده چوبی در توزیع تنش‌ها وجود داشته باشد، همچنین سطح تماس بین خرده‌چوب‌ها افزایش یافته و بدین‌ترتیب انتقال تنش بین خرده‌چوب‌ها بهتر انجام می‌شود. این امر سبب می‌گردد تا ویژگی‌های خمشی تخته خرده‌چوب بهبود یابد. با توجه به اینکه میانگین دانسیته ماده اولیه از ۰/۷۷ تا ۰/۴۴ گرم بر سانتی‌متر مکعب کاهش یافته است. از این‌رو نسبت فشردگی تخته افزایش یافته است و حداکثر ویژگی‌های فوق مربوط به تخته‌های ساخته شده از ساقه شاهدانه بوده است (Maloney, 1993; Habibi *et al*., 2011; Habibi *et al*., 2012; Rassam *et al*. 2014). دلیل دیگری که در این راستا می‌توان عنوان نمود، بالاتر بودن ضریب کشیدگی و

www.SID.ir

ضریب پهنی ذرات حاصل از ساقه شاهدانه نسبت به خرده‌چوب اکالیپتوس می‌باشد. به‌طوری‌که با افزایش این دوعامل، میزان فشردگی افزایش یافته و ویژگی‌های خمشی بهبود می‌یابد (Maloney, 1993; Dosthosseini, 2001). با توجه به دلایل ذکر شده، حداقل ویژگی‌های خمشی نیز مربوط به تخته‌های ساخته شده از چوب اکالیپتوس بوده است.

نتایج حاصل از بررسی تأثیر مقدار چسب و زمان پرس بر مدول‌الاستیسیته تخته خرده‌چوب نشان داد که با افزایش عوامل فوق، ویژگی مذکور بهبود یافته است و در این رابطه اثر چسب نسبت به زمان پرس مهمتر بوده است. به‌طورکلی، مدول‌الاستیسیته متأثر از کیفیت اتصال و تراکم خرده‌چوب‌ها در لایه‌های سطحی است. از یکسو با افزایش مصرف چسب، تعداد نقاط اتصال و کیفیت اتصال بین خرده‌چوب‌ها افزایش می‌یابد و این امر منجر به بهبود مدول‌الاستیسیته تخته خرده‌چوب می‌گردد (Habibi *et al*., 2012؛ Li *et al*., 2010; Dziurka *et al*., 2005). از سوی دیگر با افزایش زمان پرس، حرارت فرصت یافته است که به‌طور کامل منجر به سخت شدن چسب شده و بدین‌ترتیب مدول‌الاستیسیته تخته خرده‌چوب افزایش یافته است. در این زمینه نتایج مشابهی توسط محققان دیگر گزارش شده است (Emam, 1997, Rassam *et al*., 2014).

یکی از ویژگی‌های اساسی تخته خرده‌چوب مقاومت چسبندگی داخلی است که معرف کیفیت اتصالات موجود در قسمت میانی محصول می‌باشد. نتایج به‌دست‌آمده از مقاومت چسبندگی داخلی تخته‌ها با توجه به اثر مستقل ترکیب ماده اولیه نشان داد که حداکثر ویژگی فوق مربوط به تخته خرده‌چوب‌های ساخته شده از مخلوط ساقه شاهدانه و چوب اکالیپتوس است. البته بین مقاومت چسبندگی داخلی تخته خرده‌چوب‌های ساخته شده از چوب اکالیپتوس خالص و مخلوط دو ماده لیگنوسلولزی با توجه به گروه‌بندی دانکن اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. حداقل این ویژگی نیز مربوط به تخته‌های ساخته شده از ساقه شاهدانه بود. در رابطه با اثر نوع ماده اولیه و دانسیته آن بر مقاومت چسبندگی داخلی تحقیقات مختلفی انجام شده است. نتایج بیانگر آن است در بعضی مواقع اثر ترکیب ماده اولیه بر ویژگی فوق معنی‌دار و در بعضی مواقع معنی‌دار نبوده است (Habibi *et al*. 2011; Habibi *et al*., 2012). آنچه مسلم است این است که ظاهراً عوامل دیگری نیز بر روی این ویژگی تأثیرگذار هستند. ازجمله عوامل مؤثر بر ویژگی فوق می‌توان به ضخامت، ضریب کشیدگی و سطح ویژه خرده‌چوب‌ها اشاره نمود. ضخامت و سطح ویژه ذرات حاصل از چوب اکالیپتوس نسبت به ساقه شاهدانه به‌ترتیب بیشتر و کمتر تعیین شد. به‌طوری‌که با افزایش ضخامت خرده‌چوب، سطح ویژه کاهش می‌یابد و این امر سبب می‌گردد که در مقدار مصرف ثابت چسب، ذرات حاصل از چوب اکالیپتوس بیشتر به چسب آغشته شده و بدین‌ترتیب ویژگی مذکور بهبود یافته است (Dosthosseini, 2001; Habibi & Mahdavi., 2016). افزایش مصرف چسب نیز سبب بهبود ویژگی فوق شده است، نتیجه مذکور با نتایج سایر محققان همخوانی دارد (Li *et al*., 2010; Dziurka *et al*., 2005; Habibi & Mahdavi., 2016).

نتایج حاصل از تغییرات مقدار واکشیدگی ضخامتی تخته‌ها با توجه به اثر مستقل ترکیب ماده اولیه نشان داد که حداقل و حداکثر ویژگی‌های فوق به‌ترتیب مربوط به تخته خرده‌چوب‌های ساخته شده از خرده‌چوب‌های اکالیپتوس به‌طور خالص و ساقه شاهدانه به‌طور خالص است. با توجه به اینکه دانسیته ساقه شاهدانه ۰/۴۴ گرم بر سانتی‌متر مکعب و دانسیته چوب اکالیپتوس ۰/۷۷ گرم بر سانتی‌متر مکعب تعیین شد. از این‌رو نسبت فشردگی تخته‌های ساخته شده از چوب اکالیپتوس به‌مراتب کمتر از تخته‌های ساخته شده از ساقه شاهدانه بوده است و برای ساخت تخته با دانسیته ثابت از این دو نوع ماده لیگنوسلولزی، حجم کمتری از چوب اکالیپتوس در مقایسه با ساقه شاهدانه استفاده شده است. در نتیجه خرده‌چوب‌های اکالیپتوس نسبت به ساقه شاهدانه، برای رسیدن به ضخامت نهایی تخته کمتر فشرده شده‌اند. از این‌رو هنگامی‌که خرده‌چوب‌های فوق در معرض آب قرار می‌گیرند، نسبت به ساقه شاهدانه کمتر واکشیده

Archive of SID

www.SID.ir

می‌شوند (Habibi *et al*., 2012; Suchland & Xu, 1989). از سوی دیگر سطح ویژه خرده‌چوب‌های اکالیپتوس کمتر از سطح ویژه ساقه شاهدانه محاسبه گردید. این امر سبب می‌گردد تا در مقدار مصرف ثابت چسب، خرده‌چوب‌های اکالیپتوس بیشتر به چسب آغشته شوند و به‌همین دلیل مقدار واکشیدگی ضخامت آنها نسبت به تخته‌های ساخته شده از ساقه شاهدانه کمتر بوده است. نتایج حاصل از تأثیر مقدار مصرف چسب بر ویژگی‌های فوق نشان داد که با افزایش مصرف چسب، به دلیل افزایش تعداد نقاط اتصال و بهبود کیفیت آنها، ویژگی‌های مذکور بهبود یافته است. نتیجه به‌دست آمده با نتایج سایر محققان همخوانی دارد (Li et al., 2010; Habibi *et al*., 2011; Habibi *et al*., 2012; Habibi & Mahdavi, 2016). همچنین با افزایش زمان پرس، حرارت فرصت یافته است که به سرتاسر ضخامت تخته انتقال یافته و شرایط برای پلیمر شدن کامل چسب اوره فرمالدئید فراهم گردد، این امر منجر به بهبود واکشیدگی ضخامت پس از ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب تخته‌ها شده است (Rassam *et al* 2014; Kamrani *et al*., 2016).

با توجه به نتایج به‌دست آمده می‌توان بیان کرد که تخته خرده‌چوب‌های ساخته شده از ساقه شاهدانه به‌طور خالص و همچنین مخلوط ساقه شاهدانه و چوب اکالیپتوس، ویژگی‌های تخته نوع P_2 (تخته برای مبلمان داخلی برای کاربرد در شرایط خشک) را طبق استاندارد ایران، شماره ۹۰۴۴ دارد. همچنین لازم به ذکر است که مقادیر واکشیدگی ضخامت تخته خرده‌چوب‌ها ضعیف‌تر از حد استاندارد به‌دست آمد. علت این امر می‌تواند ناشی از عدم استفاده از عوامل محدود کننده جذب رطوبت (پارافین) باشد.

نتیجه‌گیری

به‌طورکلی می‌توان بیان نمود که نتایج حاصل از اندازه‌گیری خواص مکانیکی تخته‌های ساخته شده از ساقه شاهدانه به‌طور خالص و مخلوط با گونه‌های چوبی نیمه‌سنگین (اکالیپتوس)، ماده لیگنوسلولزی مناسبی برای استفاده در صنعت تخته خرده‌چوب می‌باشد. همچنین با توجه به جدول ۵، شرایط مناسب ساخت در این تحقیق نیز مقدار مصرف چسب ۸٪ و زمان پرس ۳ دقیقه است.

منابع مورد استفاده

- Doosthoseini, K., 2001. Wood Composite Materials Manufacturing, Applications. Tehran university press, 648p.
- Dziurka, D., Mirski, R. and Łęcka, J., 2005. Properties of boards manufactured from rape straw depending on the type of the binding agent. Cellulose, 37: 54-09.
- Dziurka, D., Mirski, R. and Łęcka, J., 2010. Rape straw as a substitute of chips in core layers of particleboards resinated with PMDI. Electronic Journal of Polish Agricultural Universities, 13(4).
- Emam, M., 1997. The effect of mat and press conditions on the heat transfer. MSc. Thesis. wood and paper faculty. Natural resources and agriculture science Gorgan university. 127p.
- EN 310. 1993. Wood based panels, determination of modulus of elasticity in bending and bending strength. European Standardization Committee. Brussells.
- EN 317. 1993. Particle boards and fiber boards, determination of swelling in thickness after immersion. European Standardization Committee. Brussells.
- EN 319. 1993. Particle boards and fiber boards, determination of tensile strength perpendicular to plane of the board. European Standardization Committee. Brussells.
- EN 326-1. 1993. Wood based panels, Sampling, cutting and inspection. Sampling and cutting of test pieces and expression of the test results. European Standardization Committee. Brussells
- Guler, C., Bektas, I. and Kalaycioglu, H., 2006. The experimental particleboard manufacture from sunflower stalks (Helianthus annuus L.) and Calabrian pine (Pinus brutia Ten.). Forest Products Journal. 56(4): 56-60.
- Habibi, M., Hosseinkhani, H., Mahdavi, S. and Sepidehdam, J., 2011. Effect of wood species on particleboard properties, Iranian Journal of Wood and Paper Science Research. 26(1): 58-71.
- Habibi, M., Hosseinkhani, H. and Mahdavi, S., 2012. The potential of Mesquite wood in particleboard production. Iranian Journalof Wood and Paper Science Research. 27(1): 51-67.
- Habibi, M., Hosseinkhani, H., Mahdavi, S. and Rezanejad, A., 2013. Utilization of Hemp straw in

Archive of SID

www.SID.ir

4662-4666.
- Maloney, T. M. 1993. Modern particle board and dry-process fiber board manufacturing, Miller Freeman Publications, San Francisco, CA.
- Mirski, R., Boruszewski, P., Trociński, A., and Dziurka, D., 2017. The Possibility to Use Long Fibres from Fast Growing Hemp (Cannabis sativa L.) for the Production of Boards for the Building and Furniture Industry. BioResources, 12(2): 3521-3529.
- Nikvash, N., Kraft, R., Kharazipour, A. and Euring, M., 2010. Comparative properties of bagasse, canola and hemp particle boards. European Journal of Wood and Wood Products, 68(3): 323-327.
- Rassam, G., Azadifard, M., Kargarfard, A. and Fazeli, F., 2014. Investigation the possibility of particleboard manufacture using corn stalks. , Iranian Journal of Wood and Paper Science Research. 28(4): 609-623.
- Shamsi, S. and Vatani, L., 2016. The requirements of wood and paper industry to wood supply and raw material according to applying changes on forest harvesting. Knowledge and Innovation Conference on Wood and Paper Industry with Environmental Considerations. Faculty of natural resource. Karaj-Iran, 1-9.
- Suchland. O. and Xu, H., 1989. A simulation of the horizontal density distribution in a flake board. Forest Product Journal. 39(5): 29-33.

particleboard industry. Final research project report. Research Division of Wood Science and Forest Products. Research Institute of Forests and Rangelads, 62p.
- Habibi, M. and Mahdavi, S., 2016. The effect of wood and nonwood materials mixing ratio on physical properties and internal bond of particleboard. Knowledge and Innovation Conference on Wood and Paper Industry with Environmental Considerations. Faculty of natural resource. Karaj-Iran:1-6.
- Kalaycıoglu, H. and Nemli, G., 2006. Producing composite particleboard from kenaf (Hibiscus cannabinus L.) stalks. Industrial crops and products, 24(2): 177-180.
- Kamrani, A., yadolahi, s., Kamrani, M., Saraeyan, A. and Lotfi, F., 2016. Investigating the possibility of using rice husk in the particleboard industry. Journal of Renewable Natural Resources Research. 21(1): 95-104.
- Guntekin, E., Uner, B., Sahin, H. T. and Karakus, B., 2008. Pepper stalks (Capsicum annuum) as raw material for particleboard manufacturing. Journal of Applied Sciences. 8(12): 2333-2336.
- Li, X., Cai, Z., Winandy, J. E. and Basta, A.H., 2010. Selected properties of particleboard panels manufactured from rice straws of different geometries. Bioresource Technology, 101(12):

Archive of SID

www.SID.ir

Investigating the possibility of particleboard manufacturing using Hemp stalk

M. Habibi

- Assistant Prof., Wood and Forest Products Research Division, Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran, Email: masoudrezahabibi@yahoo.com

Received: March, 2018 Accepted: April, 2018

Abstract

The purpose of present study was the use of Hemp stalks for particleboard production. Mixtures of Hemp stalk and Eucalyptus wood at the ratios of 0:100, 50:50, 100:0 were used. Also two resin content of 8 and 10% (based on oven dry weight of particle) and 2 press times of 3 and 4 minutes were employed for the production of laboratory particleboard. The properties of laboratory boards such as thickness swelling after 2 and 24 hours soaking in water, modulus of rapture, modulus of elasticity and internal bonding were measured and data were statistically analyzed. It was observed that the increase in Hemp stalk particles in the mixture resulted in increasing of bending properties (bending strength and modulus of elasticity) and thickness swelling after 2 and 24 hours water soaking. Also the results showed that higher ratio of Hemp stalk particles in the mixture resulted in reduction of internal bonding. As expected, physical and mechanical properties of particleboard improved with increasing resin content. Modulus of elasticity and thickness swelling after 24 hours water soaking were improved with increasing of press time. In general, comparing the produced board mechanical properties with standard of Iran requirements, the board produced using either 100% or 50% Hemp stalk, 8% resin content and 3 minutes press time showed that optimal properties. The failure of the physical properties of the boards to meet the standard values can be due to the lack of use of paraffin.

Keywords: Hemp stalk, eucalyptus, particleboard, bending strength, internal bonding

Archive of SID

www.SID.ir